



NEDERLAND

Ter inzage gelegde.

Octrooiaanvraag No. 6 7 1 3 1 2 7

Klasse 95 g 12 b (95 g 3; 95 k 3 o).

Int. Cl. H 01 p 5/00 (H 05 b 9/06).

Indieningsdatum: 27 september 1967, Datum van terinzagelegging: 1 april 1968.
8 uur 59 min.

De hierna volgende tekst is een afdruk van de beschrijving met conclusie(s) en tekening(en), zoals deze op bovengenoemde datum werden ingediend.

Aanvrager: N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN te EINDHOVEN

Gemachtigde: N.V. Internationaal Octrooibureau, Kastanjelaan 1 te Eindhoven
(Dr. J. W. Schuttevaer c.s.)

Ingroepen recht van voorrang: Ingediend op 29 september 1966 in de Duitse
Bondsrepubliek onder no. P 40.464.

Korte aanduiding: "Inrichting voor het opwekken van hoge frequenties met
een zelfexciterende looptijd-buisgenerator in continu
bedrijf."

5 De uitvinding heeft betrekking op een inrichting voor het
opwekken van hoge frequenties met een zelf-exciterende looptijd-buisge-
nerator in continu bedrijf, bij voorkeur een magnetron voor gedurende
betrekkelijk lange perioden ononderbroken bedrijf, die via een koppel-
orgaan is belast met een veranderlijk verbruikstoestel.

10 Onder continu bedrijf moet hier een bedrijf worden verstaan,
waarbij de generator, in afwijking van een periodiek pulsbedrijf, in
hoofdzaak een gedurende betrekkelijk lange perioden ononderbroken ver-
mogen afgeeft, d.w.z. tot continu bedrijf moet in dit verband ook
worden gerekend een intermitterend bedrijf met gedurende betrekkelijk
lange perioden gelijkblijvende waarden en een bedrijf met onafgevlakte-
bedrijfsspanning of wisselbedrijfsspanning.

Van hoogfrequentiegeneratoren in continu bedrijf, die in
communicatie-installaties, bijvoorbeeld als zenders of superheterodyne-

6713127

oscillatoren, worden toegepast, wordt gewoonlijk geeist, dat zij bepaalde eigenschappen hebben, zoals een goede constantheid van de frequentie en de amplitude, een lineaire modulatiekarakteristiek en een geringe eigen ruis. Om bij dergelijke toepassingen uitwendige reacties te vermijden streeft men ernaar de generator goed aan de belasting aan te passen of, als dat niet zonder meer mogelijk is, een kunstmatige belasting aan te brengen, waarin een betrekkelijk groot of zelfs het overwegende deel van het generatoruitgangsvermogen wordt gedissipeerd. Daardoor wordt voorkomen, dat door een schommelende of gedurende het bedrijf veranderende belasting de bedrijfswaarden van de generator, bijvoorbeeld de frequentie en uitgangsvermogen, mede veranderen.

Zulke voorwaarden voor een goede aanpassing zijn echter niet aanwezig bij generatoren in continu bedrijf, die - meestal bij betrekkelijk groot vermogen - worden gebruikt voor het hoogfrequent verwarmen van verliesrijke stoffen of voor andere doeleinden, bijvoorbeeld voor het aanstoten van plasma's. Naargelang van zijn soort, zijn fysische eigenschappen, zijn massa, zijn afmetingen en de wijze van koppeling aan de generator kan het verbruikstoestel hierbij een sterk uiteenlopende belasting voor de generator vormen; verder is het mogelijk, dat de eigenschappen van de te verwarmen stof (verlieshoek δ en dielektrische constante ϵ_{rel}) die de belasting mede bepalen, gedurende de verwarming niet constant blijven, maar veranderen, sommige zelfs in sterke mate. Dit is bijvoorbeeld het geval bij het ontdooien van diepvriesvoedsel bij de overgang van het vloeibare deel daarvan vanuit de vaste naar de vloeibare aggregatietoestand of bij het aanstoten van plasma's bij het ontsteken van het plasma of bij veranderingen van de gasdruk en dergelijke.

Bovendien wordt dikwijls bij verwarmingsinrichtingen ter wille van een gelijkmatige veldverdeling in het te verwarmen materiaal een veldroerder, een tuimelschijf of dergelijke gebruikt, die om effectief te zijn in de nabijheid van de energietoevoer moet worden aangebracht en de aan de generator optredende belasting aanzienlijk verandert.

De in een groot gebied verschillende en eventueel gedurende het bedrijf veranderende belasting werkt terug op de bedrijfswaarden van de generator. Deze invloed van de belasting op de generator kan worden afgelezen uit het generatordiagram, waarin met betrekking tot een gedefiniëerde generatoradmittantie in scharen van krommen het ver-

6713127

band tussen het uitgangsvermogen, de frequentie en de complexe reflectiefactor van de aan de generator aangesloten belasting zijn vastgelegd. De complexe reflectiefactor is op zijn beurt een functie van de complexe belastingsadmittantie.

5 In het generatordiagram van zelf-exciterende looptijd-
buisengeneratoren zijn gebieden aanwezig, waarin de generator niet
mag worden bedreven. Dat zijn het gebied van de elektronische instabi-
liteit (in de Engelse literatuur "sink"-gebied genoemd) en het ther-
mische grensgebied. In het gebied van de elektronische instabiliteit
10 verandert de normale trillingsvorm van de generator abrupt in een
andere trillingsvorm, waarin het rendement van de generator zo laag
is, dat hij in korte tijd defect raakt, of er komt een plotseling
einde aan de gewenste trillingsvorm, zonder dat er een andere geexci-
teerd wordt, waardoor weliswaar de generator niet wordt beschadigd,
15 maar evenmin vermogen wordt toegevoerd aan de belasting.

Anderzijds kan een bedrijf in het thermische grensgebied,
als het betrekkelijk lang duurt, leiden tot een vermindering van de
levensduur of, tengevolge van de temperatuurstijging bij het daarbij
optredende slechte rendement, tot een gasuitbarsting of andere ther-
20 mische storende verschijnselen.

Alle mogelijke reflectiefactoren van de belasting moeten
in het gebied tussen de beide bovengenoemde gebieden liggen, om een
stabiel bedrijf van de generator te garanderen en beschadiging ervan
te vermijden. Er zijn weliswaar gevallen van toepassing, bijvoorbeeld
25 het verwarmen van homogene uniforme goederen volgens de doorloopmethode,
waarin de belasting goed kan worden aangepast aan de generator. In de
meeste gevallen echter moet de verwarmingsinrichting zo worden uitge-
voerd, dat zonder het aanbrengen van veranderingen in de inrichting
goederen van de meest uiteenlopende vorm en consistentie kunnen worden
30 verwarmd, waarbij een zo groot mogelijk deel van het door de generator
aangeboden vermogen wordt geabsorbeerd.

Er zijn vele maatregelen bekend, waarmee men heeft getracht
om binnen de geoorloofde grenzen in het generatordiagram te blijven
bij bedrijf onder zulke uiteenlopende omstandigheden. Zo is het bij-
35 voorbeeld uit de "VALVO-Berichte", jaargang VII, aflevering 1, blz. 16
en 17, bekend bij een magnetron als generator de verwarmingsruimte,
waarin de belasting wordt ondergebracht en die dikwijls een door metalen

6713127

wanden afgesloten ruimte is waarvan de afmetingen aanzienlijk groter zijn dan die van de belasting, alsmede de transformerend werkende koppel- en afstemorganen tussen de generator en de verwarmingsruimte zo uit te voeren, dat de aan de generatoruitgang verschijnende complexe belastingsadmittantie bij een "gemiddeld" verbruikstoestel (een verbruikstoestel met gemiddelde waarden) overeenkomt met een werkpunt in het midden van het generatordiagram, welk punt zodoende ongeveer even ver van de beide verboden gebieden verwijderd is. Hiervoor bestaan echter geen algemeen geldende dimensioneringsregels, maar de gunstigste opstelling moet worden gezocht door omslachtige proeven en metingen en desnoods volgens ervaringsregels. Hierbij moet men er in het bijzonder op letten, dat in geen van de uiterste belastingsgevallen het werkpunt buiten het toegelaten gebied komt en speciaal niet terechtkomt in het gebied van de elektronische instabiliteit.

Het is echter niet mogelijk op deze wijze rekening te houden met alle gevallen van belasting, met inbegrip van het onbelaste bedrijf zonder een andere belasting dan de eigen damping van de verwarmingsruimte. Daarom is het, om de generator voor alle mogelijke gevallen te beschermen, gebruikelijk de eigen verliezen van de verwarmingsruimte groot genoeg te kiezen, een additionele belasting in de verwarmingsruimte aan te brengen, die een bepaald gedeelte van de aangeboden energie in verloren warmte omzet, of tussen de verwarmingsruimte en de generator een in één richting doorlatende leiding aan te brengen, waarin althans een deel van de tengevolge van de onjuiste aanpassing naar de generator terugkerende energie wordt geabsorbeerd (vergelijk de bovengenoemde "VALVO-Berichte", blz. 30).

Verdere beschermende maatregelen voor de generator kunnen zijn: in het thermische grensgebied een temperatuurgevoelige schakelaar en in het elektronische grensgebied een schakeling, die reageert op de complexe reflectiefactor of op de trillingsmodus.

Gewoonlijk wordt als maatstaf voor de hoogste afwijking van de ideale aanpassing in plaats van de reflectiefactor de maximaal toelaatbare staande-golfverhouding s aan de aansluiting van de generator aangegeven; deze grootheid is een eigenschap van het betreffende generatortype en hangt van de constructie en de wijze van bedrijf af. Stijgende waarden van de staande-golfverhouding zijn in het generator-

5713127

diagram door cirkels met telkens grotere straal om het middelpunt van het diagram weergegeven.

Door middel van de beschreven maatregelen kan weliswaar met een bepaalde zekerheid worden bereikt, dat geen ongeoorloofd werkpunt optreedt; de maatregelen hebben echter het nadeel, dat bijvoorbeeld bij de additionele belasting een naar verhouding groot gedeelte van het aangeboden uitgangsvermogen van de generator in deze additionele belasting moet worden omgezet, terwijl bij beveiligingsschakelingen het bedrijf onderbroken wordt. Verder kan men niet volledig profiteren van het mogelijke uitgangsvermogen. Dit houdt verband met het feit, dat het uitgangsvermogen, zoals uit het generatordiagram is te zien, tengevolge van het stijgende rendement in een richting naar het gebied van de elektronische instabiliteit toe groter en tengevolge van het dalende rendement in een richting naar het thermische grensgebied kleiner wordt, terwijl juist het werkpunt bij een gemiddelde belasting ongeveer in het midden tussen deze beide gebieden moet liggen en in het bijzonder niet te dicht bij het gebied van de elektronische instabiliteit mag worden gelegd, dat een smal ongeveer sectorvormig gedeelte in het generatordiagram vormt buiten die cirkel, die is gegeven door de maximaal toelaatbare staande-golfverhouding s_{\max} . Juist de gebieden van hoog rendement en dus van groot vermogen en van stabiele bedrijfstoestanden buiten het gebied van de elektronische instabiliteit kunnen zodoende niet worden bereikt als werkgebieden; als geeist wordt, dat alle mogelijke bedrijfstoestanden binnen de cirkel van de maximaal toelaatbare staande-golfverhouding s_{\max} liggen.

De uitvinding heeft nu ten doel, deze nadelen te vermijden en bij een inrichting voor het opwekken van hoge frequenties van de in de inleiding genoemde soort een soort generatorbelasting aan te geven, waarbij het werkpunt bij een gemiddelde belasting aanmerkelijk verder in het gebied van betrekkelijk hoog generatorvermogen kan worden gelegd, zonder dat er een kans bestaat, dat het bij welke belasting dan ook in het gebied van de elektronische instabiliteit terechtkomt.

Dit wordt volgens de uitvinding bereikt, doordat als koppelorgaan een in hoofdzaak verliesloze golfgeleider W met een lengte

6713127

$$l_W \geq \frac{Q_{E \text{ Gen}} \cdot \frac{\lambda_0^2}{\lambda_W}}{\pi \cdot (s_{\max}^2 - 1)}$$

dient, waarbij

$Q_{E \text{ Gen}}$: de uitwendige kwaliteitsfactor van de generator is,
 λ_0 : de golflengte in de vrije ruimte bij de gemiddelde generatortfrequentie $\omega_0 \text{ Gen}$,
 λ_W : de golflengte in de golfgeleider bij de gemiddelde generatortfrequentie $\omega_0 \text{ Gen}$ en
 s_{\max} : de maximaal toelaatbare staande-golfverhouding van de generator, gezien in een richting naar het gebied van de elektronische instabiliteit toe.

Onder $\omega_0 \text{ Gen}$ moet de gemiddelde generatortrillingsfrequentie worden verstaan, die optreedt, wanneer de generator Gen met een zuiver ohmse belasting is belast. De uitvinding berust op een inzicht, dat tegengesteld is aan het hiervoor uiteengezette streven om het gebied van de elektronische instabiliteit te vermijden door de belasting zo goed mogelijk in alle gevallen aan te passen aan de generator. Bij de dimensionering van de golfgeleider volgens de uitvinding wordt gebruik gemaakt van een verschijnsel, dat in de zendertechniek als kabelreactie ("long line effect") bekend is. De kabelreactie is een ongewenst verschijnsel, dat bij het afstemmen van zelf-exciterende zenders optreedt, als de antenneleiding lang en de antenne niet geheel vrij van reflecties is. Het uit zich daarin, dat de zendfrequentie plotseling verandert, als de zender moet worden afgestemd of als zijn frequentie op een andere manier verandert, zoals bijvoorbeeld bij frequentie-modulatiezenders of gedurende de impuls bij impuls-modulatiezenders het geval is (zie bijvoorbeeld Meinke-Gundlach "Handbuch der Hochfrequenztechnik", 2^e druk, blz. 1157-1159, en "Electronics", 1954, 27 februari, blz. 168).

Bij de inrichting volgens de uitvinding wordt nu door de volgens bovenstaande formule gedimensioneerde golfgeleider bereikt, dat het werkpunt met voldoende zekerheid over het gebied van de elektronische instabiliteit heen springt, als de belastingsweerstand zodanige waarden heeft of aanneemt, dat het werkpunt van de generator in

6713127

het gebied van de elektronische instabiliteit zou moeten liggen. Daardoor zijn, zoals in het navolgende aan de hand van een uitvoeringsvoorbeeld nader zal worden uiteengezet, stabiele werkpunten slechts buiten het gebied van de elektronische instabiliteit mogelijk.

Daardoor is het op voordelige wijze mogelijk de belasting zo te kiezen of zo te koppelen aan de golfgeleider, dat de generator in hoofdzaak in het gebied van hoog rendement werkt, zonder dat daarbij het risico bestaat, dat het werkpunt in het gebied van de elektronische instabiliteit terechtkomt.

Bij een voorkeursuitvoeringsvorm vormen de golfgeleider en de generator een op zichzelf goed aangepast systeem, terwijl het verbruikstoestel met gemiddelde waarden op zichzelf goed aan dit systeem is aangepast en door middel van een verstelbaar, in de nabijheid van het uitkoppelingsvlak van de generator aangebracht transformatieorgaan de belasting zo aan de golfgeleider is gekoppeld, dat de generator in hoofdzaak in het gebied van hoog rendement werkt.

Om te voorkomen, dat de golfgeleider te lang wordt, kan een golfgeleider worden gekozen, waarbij de golflengte in de golfgeleider groot is in vergelijking met de golflengte in de vrije ruimte.

Volledigheidshalve zij vermeld, dat uit het U.S. octrooischrift 2.716.694 toevoerleidingen tussen de generator en de verwarmingsruimte bekend zijn, die eveneens een aanzienlijke lengte hebben. Zoals echter uit de beschrijving van dit octrooischrift blijkt, is de leiding ten eerste zo uitgevoerd, dat er een goede luchtkoeling van de hoogfrequentie-aansluitingen mogelijk is, en ten tweede is het de bedoeling door een splitsing van de leiding en meervoudige inkoppeling een goede verdeling van de in de verwarmingsruimte ingekoppelde energie te bereiken. In het verloop van de leiding zijn aanpassingsorganen aangebracht, die het doel hebben om in samenwerking met de inkooppelementen een optimale aanpassing op de in de aanhef als bekend beschreven wijze te bewerkstelligen.

De uitvinding zal nader worden uiteengezet aan de hand van een in de tekening weergegeven uitvoeringsvoorbeeld, waarbij

Fig. 1 het principeschema van een inrichting voor het opwekken van hoge frequenties is, waarbij het koppelorgaan tussen de generator en de belasting een concentrische leiding is,

6713127

Fig. 2 schematisch in doorsnede een hoogfrequentieverhittingsinrichting met een verwarmingsruimte in de vorm van een rechthoekig parallelepipedum als belasting weergegeven, waarvan

Fig. 3 een bovenaanzicht toont,

Fig. 4 schematisch het verband tussen de susceptantie van de aan de generatoruitgang optredende belasting respectievelijk van de generator en de generatorfrequentie scalair weergeeft, en

Fig. 5 een transformatie van het diagram volgens Fig. 4 in de bekende voorstelling van het generatordigram toont.

In het principeschema volgens Fig. 1 is aan het uitkoppelvvlak (belastingsvlak) 1 van een generator Gen een golfgeleider W in de vorm van een concentrische leiding met een lengte l_w aangesloten, die aan het andere uiteinde in het belastingsvlak 2 is belast met een verbruikstoestel V met veranderlijke complexe admittantie. De generator is door het vervangingsschema als LRC-kring in parallelschakeling weergegeven.

Bij de hoogfrequentieverwarmingsinrichting volgens fig. 2 en 3 wordt de golfgeleider W gevormd door een rechthoekige golfgeleider H1, waarvan het ene grote zijvlak tegelijkertijd de wand van een verwarmingsruimte 3 in de vorm van een rechthoekig parallelepipedum vormt, waarin het te verwarmen materiaal G is aangebracht. Aan het ene uiteinde is de golfgeleider H1 goed geleidend afgesloten en is een hoogfrequentiegenerator Gen via een sonde 4 met de golfgeleider H1 gekoppeld op een afstand van ongeveer $\lambda_w/4$ van de afsluiting. De golfgeleider H1 is zo uitgevoerd en de koppeling van de generator met de golfgeleider H1 is zo gekozen, dat de generator Gen en de golfgeleider H1 een op zichzelf over het frequentiegebied van de generator goed aangepast systeem met weinig reflectie vormen; hiertoe is o.a. de bij de 90° -elleboog van de golfgeleider ontstaande stootplaats op een gebruikelijke wijze goed aangepast.

Aan het van de generator Gen afgekeerde uiteinde is de golfgeleider H1 eveneens goed geleidend afgesloten en aan het naar de verwarmingsruimte 3 toegekeerde grote zijvlak voorzien van een spleet 5, via welke de energie in de verwarmingsruimte wordt gebracht, waarin het te verwarmen materiaal G, dat hoogfrequentieverliezen vertoont, is aangebracht.

6713127

De afmetingen en de fysische eigenschappen van het materiaal G, de grootte en de vorm van de ruimte 3 en de afmetingen en de vorm van de spleet 5 alsmede die van eventuele verdere in de ruimte 3 aanwezige aanpassings- en afstemmingsorganen oefenen invloed uit op de aan de spleet 5 optredende belastingsadmittantie $Y_V = G_V + jB_V$. De golfgeleider H1 is dus in het belastingsvlak, dat samenvalt met de spleet 5, belast met de daar optredende belastingsadmittantie Y_V . Door een geschikte keuze van de aanwezige afstemmingsparameters, bijvoorbeeld de afmetingen en de vorm van de spleet 5, is de belastingsadmittantie Y_V zo ingesteld, dat zij goed zou zijn aangepast aan het systeem generator-golfgeleider, als hier ter plaatse geen verdere afstemmingsmiddelen aanwezig zouden zijn.

Aan hetzelfde uiteinde van de golfgeleider H1 bevat echter het tegenover de spleet liggende grote zijvlak van de golfgeleider H1 een in de lengterichting verlopende spleet, waarin een afstempen met goed elektrisch contact met de golfgeleider verplaatsbaar zo is aangebracht, dat de afstand waarover hij zich in de golfgeleider uitstrekt (hierna indringdiepte genoemd) instelbaar is. Met behulp van de afstempen kan nu een susceptantie worden ingesteld, waarvan de waarde afhangt van de diameter en de indringdiepte van de pen en waarvan de fase afhangt van de plaats van de pen in de spleet. De pen wordt zo ingesteld, dat bij een belasting met gemiddelde waarden het werkpunt in het generatordiagram in hoofdzaak in het gebied van hoog rendement ligt.

De functie van de inrichting volgens fig. 2 en 3 zal nu nader worden uiteengezet aan de hand van het principeschema van fig. 1 en de diagrammen van fig. 4 en 5.

Een looptijdbuisgenerator is een oscillator, die in de buurt van zijn resonantiefrequentie kan worden opgevat als een LRC-kring in parallelschakeling (Fig. 1). De generator werkt in op een complexe belasting met de admittantie $Y_L = G_L + jB_L$; de generatorfrequentie ω_{Gen} stelt zich zo in, dat de som van de imaginaire delen van de generatoradmittantie en van de admittantie van de aan de uitgang van de generator in het belastingsvlak 1 aanwezige belasting L gelijk is aan nul:

$$B_{Gen} + B_L = 0 \quad (1.1.)$$

6713127

$$B_{\text{Gen}} = - B_L \quad (1.2.)$$

Het verloop van het imaginaire gedeelte B_{Gen} , uitgezet tegen de genormaliseerde frequentie $\omega_{\text{Gen}}/\omega_{0 \text{ Gen}}$ respectievelijk $\omega_{0 \text{ Gen}}/\omega_{\text{Gen}}$, is in fig. 4 door de kromme I weergegeven. Er wordt aangenomen, dat het verbruikstoestel V zonder tussenschakeling van de golfgeleider W direct in het belastingsvlak 1 is aangesloten aan de generator Gen. Het verbruikstoestel V komt dan overeen met de belasting L en in plaats van de complexe admittantie Y_V van het verbruikstoestel kan de complexe admittantie Y_L van de belasting worden gezet. Heeft het verbruikstoestel bijvoorbeeld een admittantie met een inductief imaginaire gedeelte, dan kan de susceptantie B_L worden voorgesteld door de kromme II. Daarbij is er rekening mee gehouden, dat $- B_L$ moet worden uitgezet, daar volgens de vergelijking (1.2.) voor de ontstaan- de trilling ω_{Gen} de susceptantie B_{Gen} gelijk moet zijn aan -1 maal de susceptantie B_L , d.w.z. gelijk aan $- B_L$.

De krommen I en II hebben slechts één snijpunt 11, dat volgens vergelijking (1.2.) de frequentie voorstelt, waarop de generator zich instelt.

De kromme III stelt in deze schakeling zonder de golfgeleider W de susceptantie voor, als het verbruikstoestel een admittantie met een capacitief imaginaire gedeelte heeft. Daarbij stelt zich de frequentie in het snijpunt 12 van de krommen I en III in.

De kromme IV toont het verloop van de susceptantie, als het verbruikstoestel een admittantie met zowel een capacitief als een inductief imaginaire gedeelte heeft, die samen een parallelresonantiekring vormen, waarvan de resonantiefrequentie gelijk is aan de gemiddelde frequentie $\omega_{0 \text{ Gen}}$ van de generator. Als de resonantiefrequentie van deze parallelresonantiekring afwijkt van de gemiddelde frequentie $\omega_{0 \text{ Gen}}$ van de generator Gen, zijn de krommen I en IV in de abscis ten opzichte van elkaar verschoven. In ieder geval bestaat er slechts één snijpunt van de beide krommen I en IV en er is dus slechts één werkpunt van de generator mogelijk.

Naar gelang van het reële en het imaginaire gedeelte van de admittantie van het verbruikstoestel kan in de schakeling zonder golfgeleider in alle drie gevallen (capacitief, inductief of capacitief-inductief imaginaire gedeelte) het werkpunt echter in het gebied

6713127

van de elektronische instabiliteit liggen, waardoor de kans bestaat, dat de generator Gen kan worden beschadigd.

Wordt nu als koppelorgaan tussen het verbruikstoestel V en de generator Gen de golfgeleider W geschakeld, waarvan de lengte volgens de bovenstaande formule is gekozen, dan verandert de toestand geheel. Een dergelijk stuk leiding W gedraagt zich als een trillingskring van hoge kwaliteit en transformeert volgens de bekende leidingsvergelijkingen de complexe verbruikstoestel-admittantie Y_V vanuit het verbruikstoestelvlak 2 naar het belastingsvlak 1, waardoor de susceptantie B_L in het belastingsvlak het door de krommen $V_1 - V_4$ weergegeven principiële verloop heeft ten opzichte van de genormaliseerde frequentie. De parameter van de schaar krommen is de staande-golfverhouding s , waarbij zowel de maximale waarde van de susceptantie - B_L als de steilheid van de krommen V in het keerpunt toeneemt, naarmate s hoger ligt.

De voorwaarde voor het zich stabiel instellen van een werkpunt van de generator bestaat daarin, dat het differentiaalquotiënt van de karakteristieken II tot en met V van de susceptantie van de belasting L in een snijpunt met de susceptantiekromme I van de generator ten hoogste gelijk is aan of kleiner is dan het differentiaalquotiënt van de susceptantiekromme I van de generator (zoals reeds uiteengezet, is daarmee niet gezegd of dit "stabiele" werkpunt zich buiten of binnen het gebied van de elektronische instabiliteit bevindt).

Bij de krommen V_1 en V_2 is aan de voorwaarde voor een stabiel werkpunt voldaan in de snijpunten 14, 15 en 16, 17, maar niet in de door het nulpunt van het assenkruis gaande snijpunten van deze krommen met de kromme I (punt 13). Wanneer nu het verbruikstoestel V dergelijke waarden zou hebben, dat een punt zich op de steile door het nulpunt van het assenkruis gaande tak van de susceptantiekrommen V_1 respectievelijk V_2 van de belasting L zou instellen, dan springt het werkpunt over het middelste in het nulpunt van het assenkruis liggende snijpunt heen, en naar gelang van de richting van de sprong stelt zich het in het eerste of derde quadrant liggende stabiele werkpunt in; een stabiel werkpunt in het tussenliggende gebied is niet mogelijk; daar ligt echter, zoals hierna aan hand van het generatordiagram van fig. 5 zal worden uiteengezet, het gebied van de elektronische instabiliteit (in het diagram van fig. 4 kan dit gebied niet grafisch

6713127

worden weergegeven).

De grens, waarbij het werkpunt nog niet springt, is weer-
gegeven door de kromme V_3 , waarvan de helling in het keerpunt gelijk
is aan de helling van de kromme I; hier vallen de raaklijnen aan beide
5 krommen samen. Dit punt 13 is dan het enig mogelijke en tevens stabiele
snijpunt van de krommen I en V_3 . De grenskromme V_3 geldt voor de maxi-
maal toelaatbare staande-golfverhouding s_{\max} van de generator, als de
lengte l_w van de golfgeleider W volgens de bovenstaande formule ge-
kozen is.

10 De kromme V_4 , waarvan de parameterwaarde g kleiner is dan
die van de grenskromme V_3 , heeft (evenals de krommen II, III en IV)
slechts één stabiel snijpunt met de kromme I.

De steilheid van de kromme I is op haar beurt afhankelijk
van de gegevens van de generator Gen en is een constante van de be-
15 treffende generator.

In het generatordiagram van fig. 5 heeft de schaar cirkels
 V_1 tot en met V_4 dezelfde parameterwaarden als de schaar krommen V_1
tot en met V_4 in fig. 4; de cirkels zijn de meetkundige plaatsen voor
bedrijfstoestanden met dezelfde staande-golfverhouding s . De lijnen
20 Ω_0 tot en met Ω_9 respectievelijk $1/\Omega_9$ zijn de meetkundige plaatsen
van de punten met dezelfde frequentie ω_{Gen} ; zij zijn in fig. 4 met de
bijbehorende abscissenwaarden weergegeven. De snijpunten van de kromme
I in fig. 4 met de krommen V_1 tot en met V_3 in fig. 4 vormen in fig.
5 een kromme VI, die een druppelvormig gebied insluit, waarover volgens
25 de uiteenzettingen aan de hand van fig. 4 het werkpunt heenspringt en
waarin het gebied VII van de elektronische instabiliteit ligt. De
punten 14 tot en met 17 zijn identiek met die van fig. 4 en geven de
daar aangegeven stabiele werkpunten weer. Het punt 13 van fig. 4 (mid-
den van het assenkruis) heeft in fig. 5 niet de vorm van een punt,
30 maar van de reële as 13 van het generatordiagram; op deze as 13 ligt
dus ook het in het diagram van fig. 4 als snijpunt van de grenskromme
 V_3 voor s_{\max} en de generatorsusceptantiekromme I voorkomende punt 13'.
In dit punt vormt de cirkel V_3 de raaklijn aan de het druppelvormige
gebied begrenzende kromme VI.

35 De streepunkt-krommen P_1 tot en met P_6 zijn de meetkundige
plaatsen van de punten van hetzelfde generatorvermogen, waarbij P_1

6713127

betrekking heeft op een laag en P_6 op een hoog vermogen.

Uit het diagram van fig. 5 kan men zien, dat het gemiddelde werkpunt in het gebied van hoog generatorvermogen kan worden gelegd, zonder het risico, dat een stabiel/werkpunt wordt ingesteld in het gebied van de elektronische instabiliteit (bedrijf in het gebied van de elektronische instabiliteit zou, zoals in de inleiding is uiteengezet, snel tot vernietiging van de generator kunnen leiden).

Om een gemiddeld werkpunt in het gebied van hoog generatorvermogen in te stellen, wordt nu eerst de generator Gen zo aangepast aan de golfgeleider H1, dat de generator Gen en de golfgeleider H1 een op zichzelf goed aangepast systeem vormen. Het verbruikstoestel met gemiddelde waarden ("het gemiddelde verbruikstoestel") wordt dan goed aangepast aan dit systeem, waardoor er voor het gemiddelde verbruikstoestel een werkpunt in of bij het middelpunt van het generatordiagram ontstaat, waarna het gemiddelde werkpunt door instelling van de afstempen 7 wordt verplaatst van het midden van het generatordiagram naar het gebied van hoog rendement en dus van groot uitgangsvermogen.

De fig. 4 tot en met 5 hebben wat betreft het belastingsvlak (uitkoppelvlak) 3 betrekking op het "ohmse" uitkoppelvlak van de generator en niet op een incidentele uitvoering van de uitkoppeling, die in de meeste gevallen om mechanische redenen via een tussenschakeld stuk leiding pas op een bepaalde afstand van het ohmse generatoruitkoppelvlak ligt. Heeft in de technische gegevens van een generator, zoals meestal het geval is, het generatordiagram betrekking op het mechanische aansluitingsvlak, dan moet door een geschikte tussenschakeling van een leiding met een karakteristieke impedantie Z_0 gelijk aan die van de generatoruitgang het ohmse uitkoppelvlak over een afstand $\lambda_w/2$ of een veelvoud daarvan worden gesubstitueerd; deze lengte kan worden afgetrokken van de volgens de bovenstaande formule berekende lengte l_w van de golfgeleider. Hierdoor wordt de frequentiekromme Ω_0 en dus ook het gebied van de elektronische instabiliteit in het generatordiagram in de richting van de r6le 66 van het diagram gedraaid, waardoor de toestand ontstaat, die in fig. 5 is weergegeven.

De grenskromme V_3 is in fig. 5 weergegeven voor een staandegolfverhouding s_{\max} van 2,75. Deze waarde ligt op een voldoende veilige afstand van het gebied van de elektronische instabiliteit, dat bij de

6713127

weergegeven generator bij $s = 3,5$ begint.

5 Uit de bovenstaande formule kan men afleiden, dat de golfgeleider Hl des te korter kan zijn, naarmate de golfgeleidergolflengte λ_W groter is. Daarom kan een golfgeleider worden gebruikt, die in de nabijheid van zijn grensgolflengte wordt bedreven, in welk gebied de golfgeleidergolflengte aanzienlijk groter is dan de golflengte in de vrije ruimte.

10 Zoals reeds vermeld wordt het gemiddelde werkpunt met voordeel in het gebied van hoog vermogen gelegd; daarbij beweegt zich de meetkundige plaats van praktisch alle werkpunten bij voorkeur in dit gebied en strekt deze meetkundige plaats zich niet tot ver in het gebied van lager vermogen uit; de frequentie verandert daarbij echter zeer sterk, zoals het diagram laat zien. Dit is zeer gunstig bij een microgolffornuis van bekende constructie, waarin het te verwarmen
15 materiaal in een trilholte wordt behandeld, waarvan de afmetingen groot zijn in vergelijking met de golflengte. Een dergelijke trilholte vertoont namelijk meer trillingsmodi, naarmate zijn bedrijfsfrequentiegebied groter is. Als slechts een of weinig trillingsmodi aanwezig zijn, bestaat de kans, dat in het behandelde materiaal een energierooster wordt gevormd, dat leidt tot ongelijkmatige verwarming. Dit
20 rooster is ruimtelijk verschillend voor de verschillende trillingsmodi; ontstaan daarom door de voortdurende frequentievariatiën in een breed gebied een groot aantal trillingsmodi, dan wordt het energierooster in het materiaal voortdurend ruimtelijk veranderd en de energieverdeling
25 gelijkmatiger gemaakt.

Dit effect kan bovendien nog worden versterkt, door de generator met niet afgevlakte bedrijfsstroom te voeden, waardoor op een bekende manier een additionele frequentiemodulatie ontstaat.

CONCLUSIES:

30 1. Inrichting voor het opwekken van hoge frequenties met een zelfexciterende looptijdbuisgenerator, die via een koppelorgaan is belast met een veranderlijk verbruikstoestel, met het kenmerk, dat als koppelorgaan een in hoofdzaak verliesvrije golfgeleider met een lengte

$$l_W \geq \frac{Q_E \text{ Gen} \cdot \frac{\lambda_0^2}{\lambda_W}}{\pi \cdot (s_{\max}^2 - 1)}$$

6713127

dient, waarbij

$Q_E \text{ Gen}$: de uitwendige kwaliteitsfactor van de generator is,

λ_0 : de golflengte in de vrije ruimte bij de gemiddelde generatorfrequentie $\omega_0 \text{ Gen}$.

5 λ_W : de golflengte in de golfgeleider bij de gemiddelde generatorfrequentie $\omega_0 \text{ Gen}$ en

s_{\max} : de maximaal toelaatbare staande-golfverhouding van de generator, gezien in een richting naar het gebied van de elektronische instabiliteit toe.

10 2. Inrichting voor het opwekken van hoge frequenties volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het verbruikstoestel zo is gekozen of zo is gekoppeld met de golfgeleider dat de generator in hoofdzaak in het gebied van hoog rendement werkt.

15 3. Inrichting voor het opwekken van hoge frequenties volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de golfgeleider en de generator een op zichzelf goed aangepast systeem vormen, dat het verbruikstoestel met gemiddelde waarden op zichzelf goed is aangepast aan dit systeem en dat door middel van een verstelbaar, in de nabijheid van het uitkoppelingsvlak aangebracht transformatie-orgaan het verbruikstoestel
20 zo is gekoppeld met de golfgeleider, dat de generator in hoofdzaak in het gebied van hoog rendement werkt.

4. Inrichting voor het opwekken van hoge frequenties volgens conclusies 1 tot en met 3, met het kenmerk, dat de golfgeleider een golfpijp is, waarvan de golfpijp is, waarvan de golfpijpgolflengte λ_W
25 groot is in vergelijking met de golflengte λ_0 in de vrije ruimte.

6713127

Fig. 1

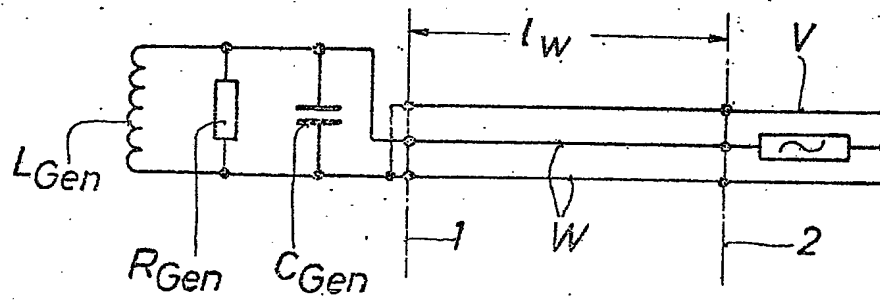
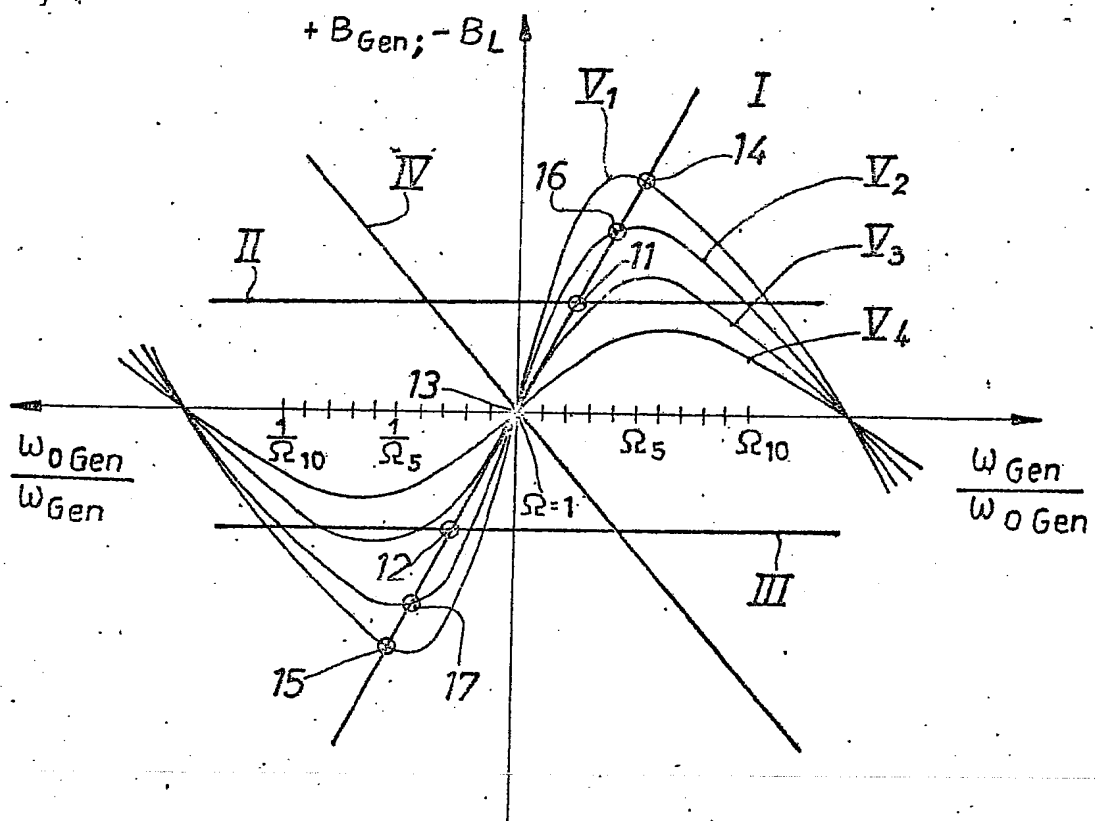
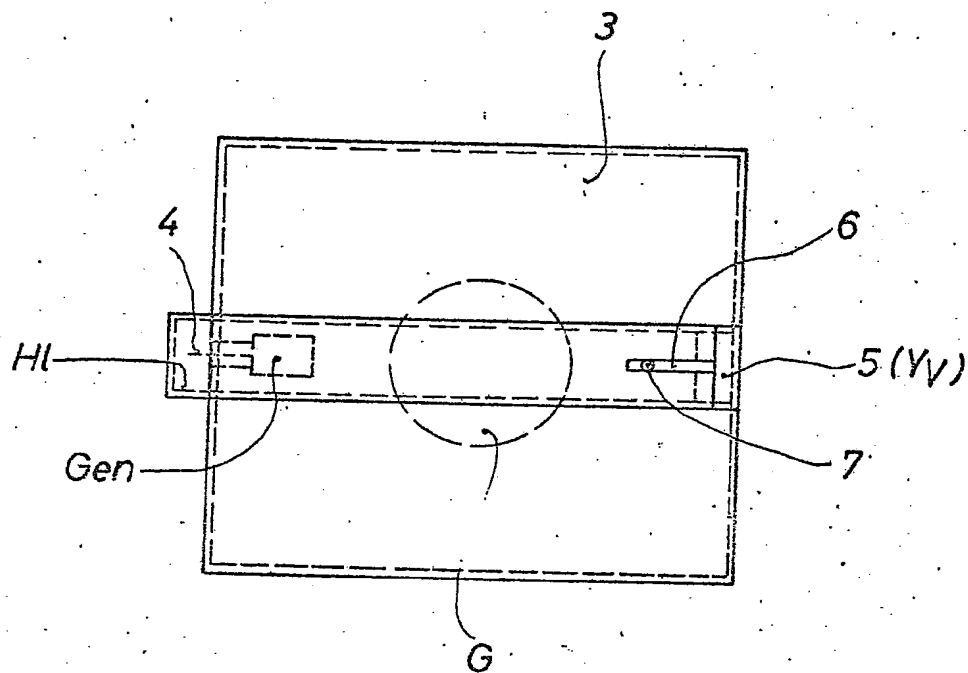
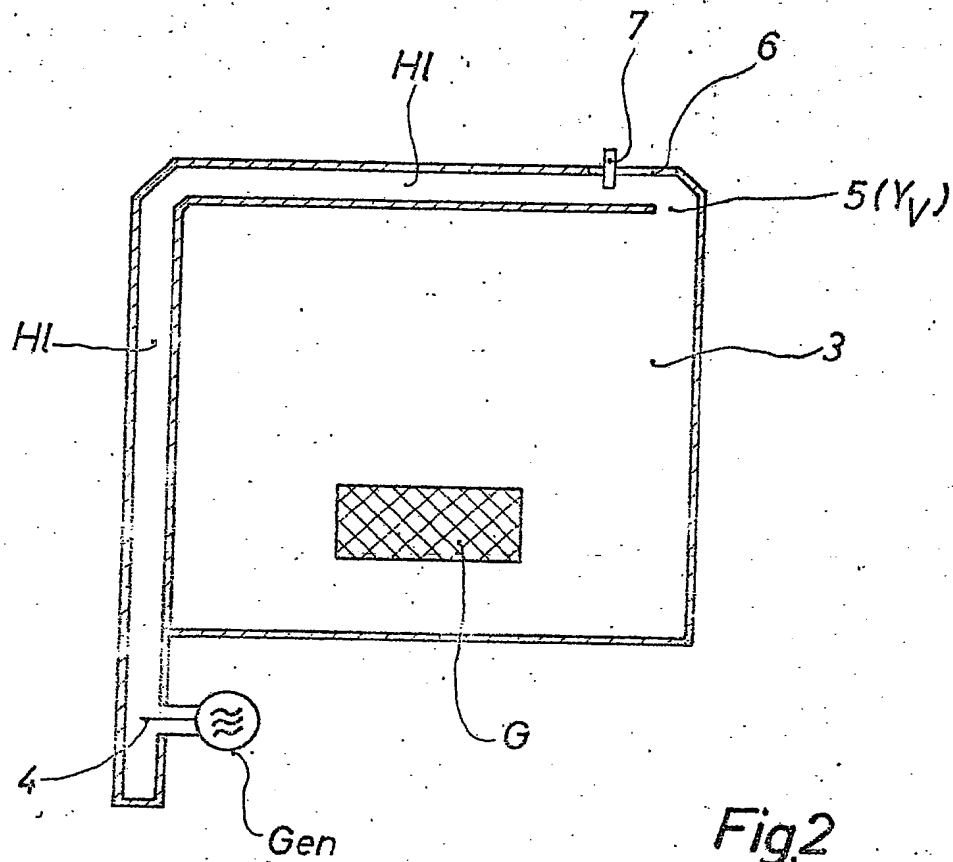


Fig. 4



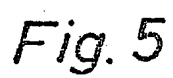
N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

6713127



N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

8713127



6713127